



## НОВЫЕ СРЕДСТВА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ КОММУНИКАЦИИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

**Аннотация.** Предложена информационная технология, позволяющая с использованием современных IT-устройств (нетбуки, планшеты, телефоны и т.д.) осуществлять альтернативную коммуникацию для людей, у которых отсутствует (временно или постоянно) основной канал вербальной коммуникации. Реализовать такую коммуникацию предложено путем интеллектуализации процесса ввода текстовой информации с применением ограниченного числа соответствующих управлений, задаваемых рукой. Исследована модель скелета человека в целях определения ограниченного количества движений и конфигураций руки, устойчивых к распознаванию средствами IT-устройств.

**Ключевые слова:** альтернативная коммуникация, контроллер Leap Motion, кластеризация, информационная технология.

### ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Концепция дополнительной и альтернативной коммуникации (Augmentative and Alternative Communication — ААС) [1] пока недостаточно известна в Украине. Между тем сообщество специалистов, пользователей и производителей ААС более 30 лет назад сформировало это направление и самостоятельную область междисциплинарного знания. Активное развитие концепция получила благодаря идеям инклюзии — интеграции людей с ограниченными возможностями жизнедеятельности в общественную жизнь.

ААС используется для оказания помощи людям, у которых в силу врожденных или приобретенных расстройств отсутствует устная речь, существенно ограничена или недостаточно сформирована. Дополнительная коммуникация представлена системой специальных методов и средств, призванных, с одной стороны, помочь детям с временным опозданием речевого развития, с другой — облегчить понимание вербальных сообщений лиц с тяжелыми речевыми нарушениями. Альтернативная коммуникация актуальна в случае отсутствия устной речи и предполагает овладение другой коммуникативной системой, в которой особое значение приобретают невербальные коммуникативные средства (предметы, фотографии, жесты [2], символы и т.п.). В зависимости от сформированности понимания речи и потенциальных способностей к овладению импрессивным и экспрессивным языками выделяют три группы пользователей дополнительной и альтернативной коммуникации.

Первая группа — люди, которые достаточно хорошо понимают речь, но не в состоянии выразить свои потребности вербально. Как правило, они имеют тяжелые

двигательные речевые расстройства, не испытывают чувств от движений органов артикуляционного аппарата и не способны выполнять произвольные целенаправленные движения. ААС является для них средством выражения самочувствия, потребностей, желаний и интересов. Они пользуются ААС постоянно, в течение всей жизни.

Вторая группа — люди с замедленным развитием, они испытывают значительные трудности в овладении речью (дети с интеллектуальной недостаточностью, моторной алалией). В этом случае ААС применяется временно и способствует формированию импрессивной и экспрессивной речи. В эту группу также включают лиц, речь которых понятна только при наличии специальных дополнительных средств (например, при детском аутизме).

Третья группа — люди, для которых устная речь как средство коммуникации слишком сложна (например, при тяжелых множественных нарушениях), они постоянно, в течение длительного времени, нуждаются в соответствующей альтернативе. Пользователей этой группы обучают как пониманию языка, так и способности выражать свои желания.

ААС использует целый спектр разнообразных средств, помогающих людям выражать свои мысли и эффективно общаться. Современные средства ААС представлены тремя основными группами.

1. Простые средства: предметы, жесты, фотографии, изображения, символы. Они помогают выражать желание коммуникации, сигнализировать о насущных потребностях жизнедеятельности, получать представление о последовательности событий в течение определенного времени, а также овладевать основными языковыми структурами.

2. Средства коммуникации с использованием простой техники: магнитофоны с воспроизведением сообщений, голосовые игрушки, блокноты, фотоальбомы, коммуникаторы и др. С их помощью можно записывать и сохранять в памяти голосовые сообщения и тем самым создавать условия для активного общения людей со значительными ограничениями вербальной коммуникации.

3. Многофункциональные средства коммуникации на основе сложных технических устройств: сенсорные экраны, синтезаторы речи [3] и т.п. Они обеспечивают значительное расширение словаря, позволяют задавать тему беседы, объединять одновременно несколько тем, делают возможным общение на расстоянии, упрощают общение в группе и по телефону.

Современное развитие средств вычислительной техники и информационных технологий дает возможность существенно развить третью группу средств ААС. Присутствие в обществе людей с ограниченными возможностями для общения (с недостатками слуха, челюстно-лицевыми травмами, после инсультов и т.д.) побуждает к исследованиям альтернативных средств коммуникации. Вариантами такой коммуникации являются: жесты, различные конфигурации кисти, движения глазами, головой и т.д. [4].

Цель данной работы — проектирование информационной технологии, помогающей в реализации альтернативных подходов к общению. Основная ее идея заключается в создании комплексного подхода к осуществлению альтернативной коммуникации. Аппаратно-программная реализация технологии должна обеспечить коммуникацию максимально возможными способами.

#### **ОПИСАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Разработана информационная технология (рис. 1), позволяющая с использованием современных IT-устройств (нетбуки, планшеты, телефоны и т.д.) осуществлять альтернативную коммуникацию для людей, которым она необходима.

Отметим, что входная информация для ввода с помощью IT-устройств требует реализации функций управления курсором (перемещение курсора для выбо-

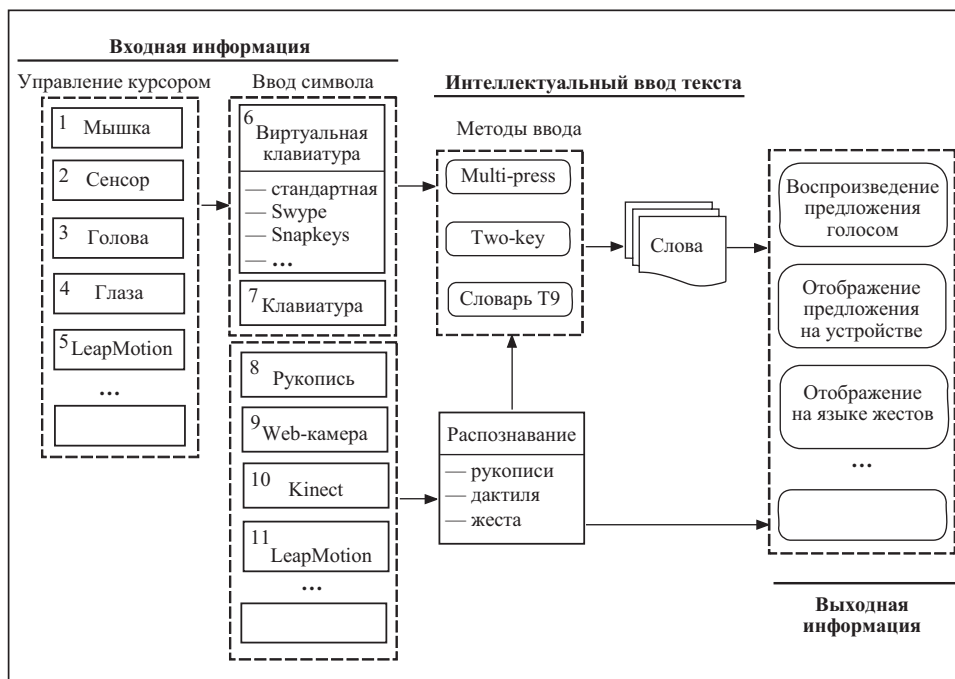


Рис. 1

ра/указания) и функций непосредственного ввода наименьшей коммуникационной единицы — символа (буквы). Для интеллектуализации ввода информации можно использовать систему ускоренного ввода текста в цифровых устройствах, которая в процессе ввода букв предлагает варианты окончаний слов и предложений, основываясь на данных словарей, указывает на основные ошибки. Исходная информация может быть воспроизведена на устройстве в виде: обычного текста, звукового файла, последовательности жестов (жестовый язык) и др. Отдельно декларируется возможность динамического расширения данной технологии: добавление функций управления курсором, ввод символа, интеллектуализация ввода/вывода текстовой информации.

#### ОБЗОР СПОСОБОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ ВВОДА ТЕКСТА

Обзор способов интеллектуализации ввода показал, что указанная проблема решалась для систем ввода текстовой информации в мобильные устройства с цифровыми кнопками. С помощью девяти цифровых кнопок предлагались различные способы введения буквенной информации. Для альтернативных систем коммуникации важна минимизация количества управлений для ввода текстовой информации. Выделим следующие методы введения: Multi-press Input Method, Two-key Input Method и T9 Input Method [5].

Multi-press Input Method является основным методом ввода текста для мобильных телефонов. Он состоит в нажатии каждой кнопки один или несколько раз для указания входного символа. Этот метод имеет проблему сегментации, возникающую, когда пользователю необходимо использовать ту же кнопку, что и для ранее введенного символа. Система должна определить: нажатие на кнопку относится к «подкатегории» предыдущего символа или является новым символом. Таким образом, необходим механизм, определяющий начало нового символа. Используют два основных пути решения этой проблемы: тайм-аут (задержка), в течение которого нажатие кнопки будет означать тот же символ; наличие

соответствующей кнопки для избежания задержки и немедленного введения следующего символа на той же кнопке. Некоторые модели телефонов используют комбинацию этих двух решений.

В Two-key Input Method пользователь нажимает на две кнопки последовательно, указывая символ. Первое нажатие выбирает «группу» символов, второе — устраняет неоднозначность (указывает положение символа в группе).

Наиболее эффективен T9 Input Method [5]. Он решает проблему неоднозначности путем применения определенных лингвистических знаний и использует словарь в качестве основы для преодоления неоднозначности. Метод основан на том же расположении кнопок, что и в Multi-press Input Method, но каждая кнопка нажимается один раз. Он находит возможные слова для такой комбинации кнопок в лингвистической базе и «предсказывает» ожидаемое слово. Лингвистическая неоднозначность не является совершенной, так как много простых слов могут иметь одну и ту же последовательность кнопок. В этих случаях метод T9 предлагает слово, которое чаще используется, как слово по умолчанию. Чтобы выбрать другое слово, нужно нажать соответствующую кнопку. Приведенный в исследованиях анализ [6] показал, что устранение неоднозначности достаточно эффективно. В выборке из 9025 наиболее употребляемых слов на английском языке (<ftp://ftp.itri.bton.ac.uk/>), полученных из британского национального корпуса, неоднозначность свойственна только 3% слов [6].

Далее рассмотрим альтернативные способы ввода текста с помощью конфигураций и движений руки, головы и т.п.

Распознавание конфигураций и движений руки заключается в идентификации жестов человека с использованием определенных технологий [7]. В настоящее время в этой области проведены исследования с наиболее перспективными технологиями: технологии перчаток, датчиков кисти, 2D и 3D камеры и платформы Kinect [8]. Платформа Microsoft Kinect предназначена для распознавания движения. В нескольких проектах исследователи, проанализировав применение Kinect для распознавания жестовых языков, пришли к выводу, что система может расшифровать жесты с большими амплитудами, но не способна определить мелкие жесты [9]. Рассмотрим контроллер Leap Motion [10], предоставляющий возможности для нового способа взаимодействия руки с вычислительными устройствами. Данный контроллер является датчиком, с помощью которого движения рук трансформируются в компьютерные команды. К его преимуществам относится точный уровень детализации API, обеспечивающих доступ к данным, которые воспроизводятся на руках и пальцах. Данные, полученные от API, детерминированы, клиентское приложение не требует их интерпретации. API распознает одну руку с пятью пальцами. Это контрастирует с другими доступными 3D устройствами сенсорного ввода, такими как Microsoft Kinect, в которых уровень сенсорных данных нужно очищать и интерпретировать. К недостаткам можно отнести сложность в поддержании точности распознавания, когда рука находится не в прямой видимости контроллера.

Другим средством для альтернативной коммуникации являются движения головы, которые достаточно стабильно распознаются с помощью веб-камеры [11]. Движения глаз также можно использовать для коммуникации, однако для их фиксации нужен соответствующий датчик [12]. Для достижения указанной цели можно использовать стандартные возможности современной вычислительной техники: манипулятор мыши или сенсорный экран.

Таким образом, для реализации коммуникации путем ввода текста предлагается использовать технологию, подобную T9 Input Method [5], но процесс ввода текста заменить ограниченным количеством управлений с помощью конфигураций и движений руки. Распознавать эти управления можно с помощью существу-

ющих устройств (веб-камера, Leap Motion и т.п.). Учитывая, что все устройства в том или ином виде имеют камеры, регистрирующие изображение, предлагается исследовать возможности распознавания конфигураций и движений руки с помощью контроллера Leap Motion в целях определения ограниченного количества устойчивых к распознаванию движений и конфигураций.

#### **ВЫЯВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВЫХ КОНФИГУРАЦИЙ И ДВИЖЕНИЙ СКЕЛЕТА РУКИ ДЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ КОММУНИКАЦИИ**

Интеллектуализация процесса ввода текстовой информации подразумевает использование для ввода информации меньшего, чем количество букв, набора управляющих команд. Одним из способов реализации этого набора является движение и конфигурация руки. Для устойчивой работы системы с использованием процесса управления с помощью движений рук необходимо провести анализ возможных конфигураций кисти руки в целях выявления ограниченного набора устойчивых к распознаванию команд. Для этого предлагается применять контроллер Leap Motion [10], который разработан для распознавания рук, пальцев или инструментов, похожих на пальцы (ручка, карандаш). В процессе работы устройство производит множество кадров в секунду и на их базе определяет руку или инструмент, который оно способно распознать.

Программное обеспечение Leap Motion использует внутреннюю модель руки для обеспечения интеллектуального отслеживания, даже когда части руки не видно. Модель обеспечивает информацию о позиции пяти пальцев, хотя оптимальным отслеживанием будет только в случае, когда силуэт руки и все ее пальцы четко видны. Программное обеспечение использует видимые части руки, ее внутреннюю модель и последние наблюдения для вычисления наиболее вероятных позиций тех частей, которые в текущий момент не видны.

Модель кисти руки похожа на анатомический скелет кисти руки и содержит кости запястья и фаланги пальцев. Модель для большого пальца не вполне соответствует стандартному анатомическому виду. Этот палец имеет на одну кость меньше, чем кости других пальцев. Тем не менее для простоты программирования модель большого пальца включает в себя пястную кость нулевой длины. Таким образом, большой палец имеет то же количество костей, что и другие пальцы. Объект в модели руки представляет положение и ориентацию руки и костей пальцев.

Существующие устройства слежения за рукой (Leap Motion, Intel RealSense), как правило, хорошо моделируют конфигурации руки только тогда, когда силуэт руки и все ее пальцы четко видны. Это ограничение существенно сужает набор возможных конфигураций, для которых будут правильно строиться модели руки.

Проанализировав все признаки конфигураций (на примере дактильных знаков жестового языка глухих), выделим кости скелета руки, задействованные в большинстве конфигураций. Это наклон ладони в запястье, положение пальцев руки — угол между пальцами, согнутый или несогнутый палец (полностью или только кончик пальца), касание кончика большого пальца к другим. Таким образом, основными базовыми параметрами модели являются: вектор направления кончиков пальцев; вектор направления ладони; вектор-нормаль ладони; углы наклона ладони к осям  $OX$  и  $OZ$ ; *isExtended* — булева переменная, равная *true*, если палец на что-то указывает.

Также были введены дополнительные расчетные параметры (получаемые преобразованиями из векторов направления костей запястья и фаланг пальцев):

- угол между указательным и средним пальцами;
- наклон пальцев относительно ладони;
- угол наклона фаланги кончика пальца (*distal*) относительно первой фаланги (*proximal*);
- расстояние между кончиками большого и всех остальных пальцев.

Широкое распространение технологий автоматизированной обработки информации и накопление в компьютерных системах больших объемов данных обусловили актуальность задачи поиска неявных взаимосвязей, имеющих в наборах данных. Для ее решения используются методы математической статистики, теории баз данных, теории искусственного интеллекта и ряда других областей, формирующие технологию интеллектуального анализа данных (Data Mining). Как инструмент анализа в настоящей работе использовалась служба Analysis Services, входящая в состав СУБД Microsoft SQL Server [13]. Для анализа модели скелета руки применялись алгоритмы дерева принятия решений (Decision Trees) и кластеризации (Microsoft Clustering).

В целях определения критериев для получения устойчивых для распознавания параметров модели рук проведен анализ дактильной азбуки жестового языка глухих [2] (как наиболее полного набора конфигураций руки).

В базу данных для проведения кластеризации записано 27 уникальных дактильных конфигураций руки. Наборы данных для каждой конфигурации записаны с использованием непрерывного режима записи с одновременным перемещением руки в разные стороны и изменением ее ориентации. Рука перемещалась и поворачивалась так, чтобы каждая повторная конфигурация немного отличалась от ранее записанной. Для каждого из предлагаемых 27 классов записано около 250 образцов. Общий объем данных составил более 6000 образцов. Модель интеллектуального анализа данных включает 47 параметров модели руки (основных и расчетных). Для кластеризации было задано точное количество кластеров, и для проведения анализа предоставлены все записи. Выполнен ряд экспериментов с разными настройками модели. Метод кластеризации с масштабируемой максимизацией ожидания показал более равномерное распределение записей по кластерам.

Для оценки точности кластеризации выбрана  $F$ -мера:

$$Precision(c_i) = p_+ / (p_+ + n_+),$$

$$Recall(c_i) = p_+ / (p_+ + p_-),$$

$$F1(c_i) = 2 * Precision(c_i) * Recall(c_i) / (Precision(c_i) + Recall(c_i)),$$

где  $p_+$  — количество элементов класса дактиля, попавших в кластер  $c_i$ ;  $p_-$  — количество элементов того же класса дактиля, но не попавших в  $c_i$ ;  $n_+$  — оставшиеся элементы кластера  $c_i$ , принадлежащие другим классам.

Рассчитав точность каждого кластера, их условно можно разбить на несколько групп:

- 1) все элементы одного дактиля принадлежат одному кластеру, не содержащему других элементов ( $Precision = 1$ ,  $Recall = 1$ ,  $F1 = 100\%$ );
- 2) все элементы одного дактиля принадлежат нескольким кластерам, не содержащим других элементов ( $Precision = 1$ ,  $Recall = 1$ ,  $F1 = 100\%$ );
- 3) все элементы одного дактиля принадлежат одному кластеру, содержащему незначительное количество других элементов ( $Precision > 0.8$ ,  $Recall = 1$ ,  $F1 > 90\%$ );
- 4) элементы одного дактиля принадлежат разным кластерам или в кластере содержатся разные элементы в равной мере ( $Precision \sim 0.5$ ;  $Recall \sim 0.5$ ;  $F1 \sim 50\%$ ).

Дактилемы, входящие в первые три группы, имеют высокую точность и полноту кластеризации, что позволяет заключить, что они могут четко классифицироваться (табл. 1).

Таблица 1

Группа	Дактилемы	Изображения дактилем
1	И, Т, У, Р	
2	А, О, Г	
3	М, Л, В	
4	Остальные	—

Дактилемы, входящие в первые три группы, имеют простую конфигурацию пальцев руки, а основным параметром является положение пальцев (в согнутом состоянии или разогнутом). Также во всех дактилемах ладонь полностью видна камере, что позволяет заключить, что дактилемы с положением руки «ребром» плохо видны и поэтому имеют низкое качество кластеризации. Основной вывод: достаточно провести анализ жестов, которые можно показать, сгибая или не сгибая пальцы руки, с положением ладони, полностью видимой камере.

На основании полученной информации под простыми жестами подразумеваем жесты, которые, с одной стороны, удобно показывать и легко запоминать человеку, с другой — имеют высокое качество кластеризации для каждого конкретного устройства. Для эксперимента записаны параметры модели скелета руки для 12 простых жестов, показанных одной рукой, большая часть которых общеприняты и означают числа от одного до десяти. Принимается, что палец может быть в двух положениях — прямой или полностью согнутый, а ладонь повернута к камере. Для каждого из 12 классов таких жестов записано около 250 образцов. Общий объем данных составил более 3000 образцов.

Для анализа выбран вектор направления *Direction* для каждого пальца. Это единичный вектор в том же направлении, что и кончики пальцев. В качестве предсказываемого параметра выбран булевый параметр *Extended*. Если палец указывает на что-то, то он считается *Extended*, если палец наклонен и сгибается к ладони, то он не соответствует этому параметру. Анализ проведен с помощью двух алгоритмов: дерева принятия решений и кластеризации.

Результаты анализа для дерева решений показали, что определение состояния всех пальцев, кроме большого, зависит от значения компоненты *Z* вектора *Direction*. Компонента *Z* соответствует продольному направлению кончиков пальцев. Для большого пальца следует использовать компоненту *X*. Были определены значения вектора *Direction* для всех пальцев для классифицирования того или иного жеста.

С помощью кластеризации проведен ряд экспериментов с разными настройками модели. Для метода кластеризации «масштабируемые *K*-средние» получены 12 кластеров с большинством записей, сгруппированных в первый кластер

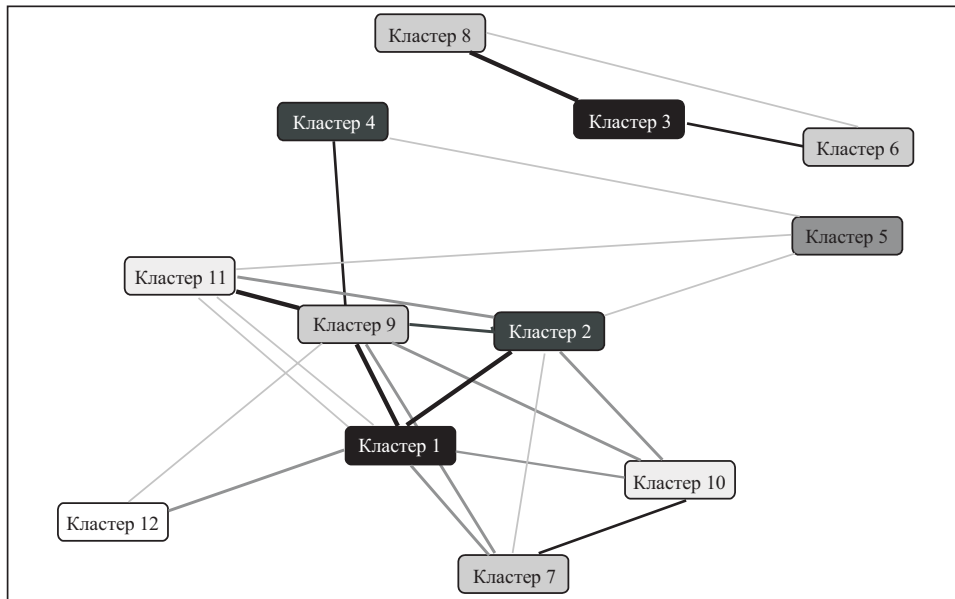


Рис. 2

(1141 запись, что составляет более 30%, тогда как в других всего по 15–50 записей). Данный метод показал недостаточную точность кластеризации. Для метода кластеризации «масштабируемая максимизация ожидания» получены также 12 кластеров, но с более равномерным распределением записей по ним.

Диаграмма кластеров представлена на рис. 2. Чем темнее линия между кластерами, тем более они подобны.

В каждый кластер вошли образцы от двух до четырех жестов из тех, которые были записаны. Также записи каждого жеста распределены по нескольким кластерам. Для жеста — указательный и средний пальцы прямые — определены два кластера: 4 и 5 (рис. 3).

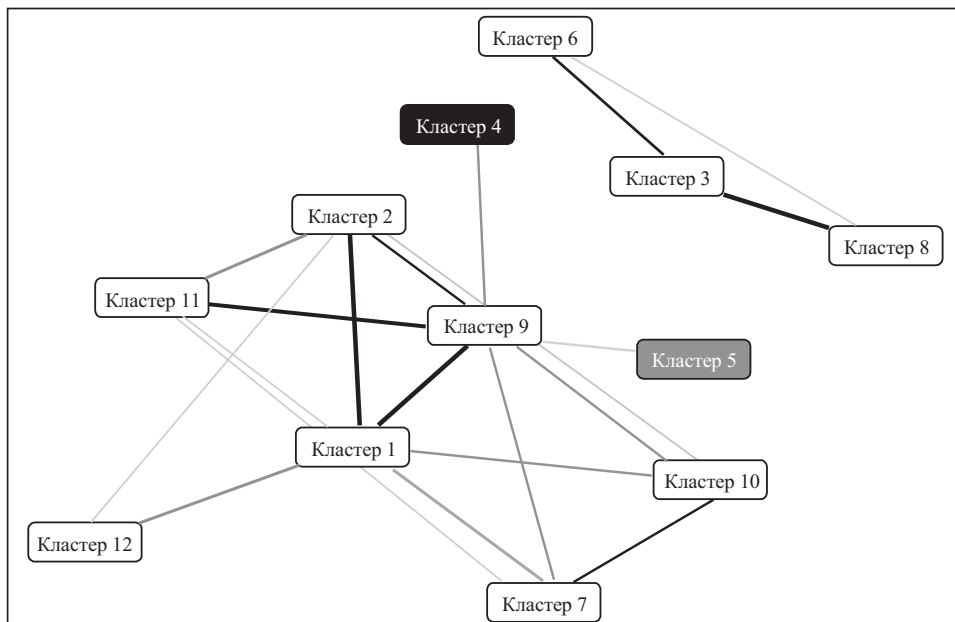






































Рис. 3



Таблица 2

Номер кластера	Жесты из входного набора				Характеристики конфигураций пальцев
1					Согнуты третий и четвертый пальцы
2					Согнуты третий, четвертый и пятый пальцы
3					Прямые второй, третий и четвертый пальцы
4					Согнуты первый и четвертый пальцы, прямой второй палец
5					Согнуты четвертый и пятый пальцы, прямые второй и третий пальцы
6					Прямые второй, третий и четвертый пальцы
7					Согнуты третий и четвертый пальцы, прямой первый палец
8					Прямые второй, третий, четвертый и пятый пальцы
9					Согнуты третий и четвертый пальцы, прямой второй палец
10					Согнуты третий и четвертый пальцы, прямой пятый палец
11					Согнут четвертый палец, прямые первый и второй пальцы
12					Согнуты второй, третий, четвертый и пятый пальцы

В кластер 4 входят записи трех жестов: указательный палец прямой, а большой и безымянный согнуты. В кластер 5 вошли записи двух жестов: безымянный и мизинец согнуты, указательный и средний пальцы прямые. Объединение этих условий дает исходный жест: указательный и средний пальцы прямые, а большой, безымянный и мизинец согнуты.

В табл. 2 представлена информация о том, какие жесты из набора входят в каждый кластер. Проанализировав данные этой таблицы, отметим, что метод кластеризации успешно сформировал 12 кластеров, но распределил записи жестов не так, как воспринимает эти жесты человек. Для человека информативны только прямые пальцы, тогда как методы кластеризации используют все доступные зависимости между данными.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе представлена информационная технология, которая позволяет с применением современных IT-устройств реализовать альтернативную коммуникацию для людей, у которых отсутствует (временно или постоянно) основной канал вербальной коммуникации. Осуществлять альтернативную коммуникацию предлагается путем интеллектуализации процесса ввода текстовой информации с использованием ограниченного числа соответствующих управлений, которые задаются рукой. Исследована модель скелета человека в целях определения ограниченного количества движений и конфигураций руки, устойчивых к распознаванию средствами IT-устройств. Преимуществом такого подхода является возможность динамического изменения и расширения предложенных способов ввода, анализа и распознавания коммуникационной информации.

Дальнейшие исследования направлены на анализ подходов к интеллектуализации ввода текстовой информации и реализацию на базе этих исследований информационной технологии альтернативной коммуникации для людей с отсутствующим каналом основной коммуникации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Augmentative and alternative communication (AAC). — <http://www.asha.org/public/speech/disorders/AAC/>.
2. Kryvonos Iu.G., Krak Iu.V., Barmak O.V., Shkilniuk D.V. Construction and identification of elements of sign communication // *Cybernetics and Systems Analysis*. — 2013. — 49, N 2. — P. 163–172.
3. Krak Iu.V., Kryvonos Iu.G., Kulias A.I. Applied aspects of the synthesis and analysis of voice information // *Cybernetics and Systems Analysis*. — 2013. — 49, N 4. — P. 589–596.
4. Kryvonos Iu.G., Krak Iu.V. Modeling human hand movements, facial expressions, and articulation to synthesize and visualize gesture information // *Cybernetics and Systems Analysis*. — 2011. — 49, N 4. — P. 501–505.
5. Grover D.L., King M.T., Kuschler C.A. Patent No. US5818437, Reduced keyboard disambiguating computer. Tegic Communications, Inc., Seattle, WA (1998).
6. Silfverberg M., MacKenzie I.S., Korhonen P. Predicting text entry speed on mobile phones // *Proc. of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. — New York: ACM, 2000. — P. 9–16.
7. Kryvonos Iu.G., Krak Iu.V., Barchukova Yu.V., Trotsenko B.A. Human hand motion parametrization for dactyloes modeling // *Journal of Automation and Information Sciences*. — 2011. — 43, N 12. — P. 1–11.

8. Wang R.Y., Popovic J. Real-time hand-tracking with a color glove // ACM Transaction on Graphics (TOG). — 2009. — 28, N 3. — P. 1–8.
9. Yang H-D. Sign language recognition with the kinect sensor based on conditional random fields // Sensors. — 2015. — 15. — P. 135–147.
10. Leap Motion | Mac & PC Motion Controller for Games, Design, & More. — <https://www.leapmotion.com/>.
11. Enable Viacam. Free webcam based mouse emulator. — <http://eviacam.sourceforge.net/>.
12. Eye tracking, or gaze tracking, is a technology that consists in calculating the eye gaze point of a user as he or she looks around. — <https://theyetribe.com/>.
13. Службы Analysis Services. — [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/bb522607\(v=sql.120\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/bb522607(v=sql.120).aspx).

*Надійшла до редакції 22.02.2016*

**Ю.Г. Кривонос, Ю.В. Крак, О.В. Бармак, Р.О. Багрий**  
**НОВІ ЗАСОБИ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ КОМУНІКАЦІЇ ДЛЯ ЛЮДЕЙ**  
**З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ**

**Анотація.** Запропоновано інформаційну технологію, що дозволяє з використанням сучасних ІТ-пристроїв (нетбуки, планшети, телефони тощо) здійснювати альтернативну комунікацію для людей, у яких відсутній (тимчасово чи постійно) основний канал вербальної комунікації. Реалізувати таку комунікацію запропоновано шляхом інтелектуалізації процесу введення текстової інформації із застосуванням обмеженої кількості відповідних керувань, що задаються рукою. Досліджено модель скелета людини з метою визначення обмеженої кількості рухів та конфігурацій руки, стійких до розпізнавання засобами ІТ-пристроїв.

**Ключові слова:** альтернативна комунікація, контролер Leap Motion, кластеризація, інформаційна технологія.

**Iu.G. Kryvonos, Iu.V. Krak, O.V. Barmak, R.O. Bagriy**  
**NEW TOOLS OF ALTERNATIVE COMMUNICATION FOR PEOPLE WITH DISABILITIES**

**Abstract.** The paper presents an information technology that uses modern IT devices (netbooks, tablets, phones, etc.) to implement alternative communication for people who do not have (temporarily or permanently) the main channel of verbal communication. The author propose to implement alternative communication through intellectualization of the input of text information with a limited number of relevant controls specified by a hand. The human skeleton model is investigated to identify a limited number of hand configurations and motions, resistant to IT device recognition.

**Keywords:** alternative communication, controller Leap Motion, clustering, information technology.

**Кривонос Юрий Георгиевич,**  
 академик НАН Украины, профессор, заместитель директора Института кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Киев, e-mail: [Kryvonos@nas.gov.ua](mailto:Kryvonos@nas.gov.ua).

**Крак Юрий Васильевич,**  
 доктор физ.-мат. наук, профессор, заведующий кафедрой Киевского национального университета имени Тараса Шевченко; старший научный сотрудник Института кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Киев, e-mail: [yuri.krak@gmail.com](mailto:yuri.krak@gmail.com).

**Бармак Александр Владимирович,**  
 доктор техн. наук, профессор Хмельницкого национального университета, e-mail: [alexander.barmak@gmail.com](mailto:alexander.barmak@gmail.com).

**Багрий Руслан Александрович,**  
 старший преподаватель Хмельницкого национального университета, e-mail: [gcardinal2009@gmail.com](mailto:gcardinal2009@gmail.com).